

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-346187

(43)Date of publication of application : 12.12.2000

(51)Int.Cl.

F16H 61/00
 B60K 6/00
 B60K 8/00
 B60K 17/04
 B60L 11/14
 B60L 15/20
 H02K 7/10
 H02P 15/00

(21)Application number : 11-158138

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.06.1999

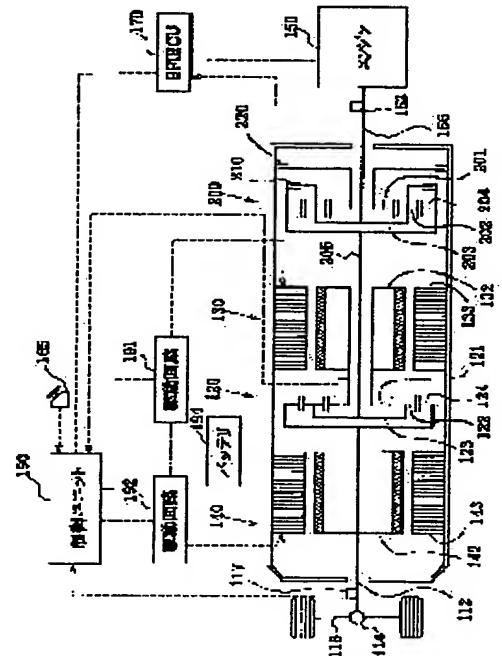
(72)Inventor : ABE TETSUYA

(54) HYBRID VEHICLE AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve operating efficiency of a hybrid vehicle.

SOLUTION: A motor 130 is connected to a sun gear 121 of a planetary gear 120, a drive shaft 112 and an assist motor 140 are connected to a ring gear 124, and an engine 150 is connected to a planetary carrier 123 through a planetary gear 200 constituting a speed change mechanism. Power output from the engine 150 is distributed into two parts by the planetary gear 120, while regenerating partly the power as the electric power in the motor 130, the rest of the power is output to the drive shaft 122. The regenerated power is supplied to the assist motor 140, and torque output to the drive shaft is added. In accordance with a running condition of a vehicle, speed change ratio is controlled so as to decrease a difference between input/output rotational speeds of the planetary gear 120. As the result, regenerative electric power at torque change time can be suppressed, a loss according to the conversion between power and electric power can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application converted
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-346187

(P2000-346187A)

(43) 公開日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [®] (参考)
F 1 6 H 61/00		F 1 6 H 61/00	3 D 0 3 9
B 6 0 K 6/00		B 6 0 K 17/04	G 3 J 0 5 2
8/00		B 6 0 L 11/14	5 H 1 1 5
17/04		15/20	K 5 H 6 0 7
B 6 0 L 11/14		H 0 2 K 7/10	C
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 24 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-158138

(22) 出願日 平成11年6月4日 (1999. 6. 4)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 阿部 哲也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 季雄 (外3名)

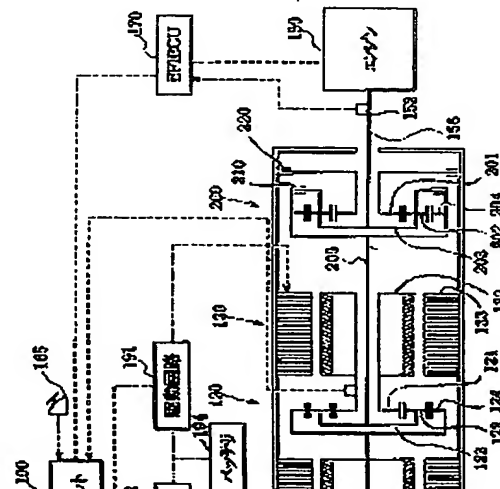
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 ハイブリッド車両の運転効率を向上する。

【解決手段】 プラネタリギヤ120のサンギヤ121にモータ130、リングギヤ124に駆動軸112およびアシストモータ140を結合し、プラネタリキャリア123に変速機構を構成するプラネタリギヤ200を介してエンジン150を結合する。エンジン150から出力された動力をプラネタリギヤ120で2つの分配し、一部をモータ130で電力として回生しつつ、残余を駆動軸112に出力する。また、回生した電力をアシストモータ140に供給して駆動軸に出力されるトルクを付加する。車両の走行状態に応じて、プラネタリギヤ120の入出力回転数の差が小さくなるよう変速比を制御する。この結果、トルク変換時における回生電力を抑制する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し、動力と電圧との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段とを備えるハイブリッド車両であって、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の変速比で動力を伝達する変速機を備えるハイブリッド車両。

【請求項2】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記駆動軸の目標動力を、目標回転数および目標トルクの組合せで設定する目標動力設定手段と、前記目標動力に応じ、運転効率を優先して設定された回転数およびトルクで前記エンジンを運転するエンジン制御手段と、

前記変速機を制御して、前記第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との差が、予め設定された所定範囲内となる変速比を実現する変速機制御手段とを備えるハイブリッド車両。

【請求項3】 請求項2記載のハイブリッド車両であって、

前記変速機は、前記ハイブリッド車両の走行領域において、前記入力回転数と前記出力回転数との大小関係を、少なくとも、該トルク変換手段による変換効率が高い側の関係に維持可能な範囲で設定された変速比で動力を伝達する機構であり、

前記変速機制御手段は、該変速機を制御して、前記入力回転数と出力回転数の大小関係を、前記変換効率が高い側の関係に維持する手段であるハイブリッド車両。

【請求項4】 請求項3記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、前記第1の回転軸および第2の回転軸に結合され、電圧のやりとりによって、該第1の回転軸の動力を少なくとも回転数の異なる動力に調整して該第2の回転軸に伝達する動力調整装置と、前記第2の回転軸に結合された電動機とを備える手段であり、

前記変換効率が高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも大きい関係であるハイブリッド車両。

【請求項5】 請求項3記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、

(2)

特開2000-346187

2

あり。

前記変換効率が高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも小さい関係であるハイブリッド車両。

【請求項6】 前記変速機が、前記出力軸とトルク変換手段との間に設けられた請求項1記載のハイブリッド車両。

【請求項7】 前記変速機が、前記トルク変換手段と前記駆動軸との間に設けられた請求項1記載のハイブリッド車両。

10 【請求項8】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記変速機は、

3つの回転軸のうち、2つの回転軸が前記出力軸側および前記駆動軸側にそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、

該ブラネタリギヤの残余の回転軸について、選択的に回転および制止可能な制止手段と、

前記2つの回転軸同士を選択的に結合および解放可能な結合手段とを備える機構であるハイブリッド車両。

20 【請求項9】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、

ロータ軸を有する発電機と、

3つの回転軸を有し、該回転軸が前記出力軸、駆動軸、およびロータ軸にそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、

前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された電動機とを備える手段であるハイブリッド車両。

30 【請求項10】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、

前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合された第2のロータとを有する対ロータ電動機と、

前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された電動機とを備える手段であるハイブリッド車両。

【請求項11】 出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し、動力と電圧との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段と、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の変速比で動力を伝達する変速機とを備えるハイブリッド車両の運転方法であって、前記変速機は、前記第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との差が、予め設定された所定範囲内となる変速比を実現する変速機制御手段とを備える。

40

(3)

特開2000-346187

3

予め設定された所定範囲内となるよう、前記変速機の変速比を制御する工程とを備える制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくともエンジンを動力源として走行可能なパラレルハイブリッド車両に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エンジンと電動機とを動力源とするハイブリッド車両が提案されている（例えば特開平9-47094に記載の技術等）。ハイブリッド車両の一形態としていわゆるパラレルハイブリッド車両がある。パラレルハイブリッド車両は、エンジンの回転数およびトルクを、トルク変換手段によって、動力と電力との変換を介して目標回転数および目標トルクに変換して駆動軸に出力して走行する。トルク変換手段には、電力のやりとりによって動力を調整しつつ伝達する動力調整装置と電動機とからなる構成が適用される。エンジンから出力された動力は、その一部が動力調整装置により駆動軸に伝達され、残余の動力が電力として回生される。この電力はバッテリーに蓄電されたり、エンジン以外の動力源としての電動機を駆動するのに用いられる。パラレルハイブリッド車両は、エンジンから出力された動力を任意の回転数およびトルクで駆動軸に出力することができ、駆動軸から出力すべき要求動力に関わらずエンジンは運転効率の高い運転ポイントを選択して運転することができるため、燃費および排気浄化性に優れている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記構成のパラレルハイブリッド車両では、電力と動力との変換を通じてトルク変換を行う、電力と動力との変換には、所定の損失が伴うのが通常である。かかる損失に起因して、従来のパラレルハイブリッド車両では、走行可能な運転領域全般で十分に高い運転効率を維持することができなかった。例えば、高速運転領域や高トルクが要求される運転領域などでは、運転効率が低下することがあった。

【0004】また、従来のハイブリッド車両では、トルク変換時に動力の循環が発生して運転効率が低下することがあった。動力の循環について具体的に説明する。図22は電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力調整装置として、プラネタリギヤPGと発電機Gとを適用した場合を示した。プラネタリギヤPGは遊星歯車と呼ばれ、中心で回転するサンギヤ、その周囲を自転しながら公転するプラネタリギヤキャリア、ギヤと噛み合う外周に固定さ

4

いう機械的性質を有している。かかる性質に基づき、プラネタリギヤPGは、一つの要素に入力された動力を他の2つの要素に分配して伝達することができる。図22に例示した構成では、サンギヤに発電機Gが結合され、プラネタリギヤキャリアにエンジンEGが結合され、リングギヤに電動機AMおよび駆動軸DSが結合される。プラネタリギヤPG、発電機G、および電動機AMがトルク変換装置TCを構成する。かかる構成では、エンジンの回転数よりも駆動軸の回転数が低いアンダードライブ走行時に運転効率が高くなる特性がある。

【0005】図23は電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。エンジンEGから出力される動力は、回転数を低減するとともにトルクを増大して駆動軸DSから出力される。エンジンEGから出力された動力PU1は、プラネタリギヤPGによって2つに分配され、一部は回転数およびトルクが低減された動力PU2として伝達される。残余の部分は発電機Gに伝達される。この動力で発電機Gが駆動されると、発電が行われるため、エンジンEGから出力された動力の一部は電力EU1として回生される。この電力EU1によってアシストモータAMを力行し、不足分のトルクを補償することによって、要求された回転数およびトルクからなる動力PU3が駆動軸DSに出力される。

【0006】図24は電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。エンジンEGから出力された動力PU1は、発電機Gを駆動することによって、増速された動力PU4としてプラネタリギヤPGから下流側に伝達される。次に、アシストモータAMで負荷を与えて、余剰のトルクを低減することによって、要求された回転数およびトルクからなる動力PU3が駆動軸DSに出力される。アシストモータAMでは動力PU4の一部を電力EU2として回生することによって負荷を与える。この電力は発電機Gの力行に用いられる。

【0007】両者を比較すると、エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも高い場合（図23）では、エンジンから出力された動力が駆動軸に伝達される経路において、上流側に位置する動力調整装置PG+Gで回生された電力が下流側に位置するアシストモータAMに供給される。エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも低い場合（図24）では、逆に、下流側に位置するアシ

(4)

特開2000-346187

5

うち、有効に駆動軸D Sに伝達される動力が低減するため、ハイブリッド車両の運転効率が低下する。

【0008】逆に、電動機を出力軸に結合した場合は、エンジン、電動機、動力調整装置の順に結合した構成となる。図25は電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。図示する通り、エンジンE Gの出力軸C Sに電動機A Mが結合され、駆動軸D Sに動力調整装置としてのプラネタリギヤP Gおよび発電機Gが結合される。かかる構成では、逆に、エンジンの回転数よりも駆動軸の回転数が高いオーバードライブ走行時に運転効率が高くなる特性がある。

【0009】図26は電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。図27は電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。伝達される動力について、回転数の調整はプラネタリギヤP Gでのみ可能であるため、電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両では、駆動軸に結合した場合と逆の現象が起きる。エンジンE Gの回転数が駆動軸の回転数よりも低い場合(図26)では、下流側に位置する動力調整装置P G + Gで回生された電力E O 1が上流側に位置するアシストモータA Mに供給される。逆に、エンジンE Gの回転数が駆動軸の回転数よりも高い場合(図27)では、上流側に位置するアシストモータA Mにより回生されたE O 2が下流側に位置する動力調整装置P G + Gに供給される。従って、電動機をエンジンの出力軸に結合した状態では、前者の場合に図26に示す動力の循環α2が生じ、ハイブリッド車両の運転効率が低下する。

【0010】このように従来のハイブリッド車両では、電動機A Mの結合先に応じて特定の走行領域において動力の循環が生じ運転効率が低下する。動力の循環を生じないよう、車両の運転状態に応じて電動機A Mの結合先をエンジンの出力軸C Sと駆動軸D Sとの間で切り換えることも可能ではある。しかしながら、かかる場合には、電動機A Mの結合先を切り換えを実現するため装置構成が複雑化したり、切り換え時にトルクショックが生じ、車両の乗り心地や応答性を低下させるなどの新たな課題を生じる。

【0011】本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、エンジンからの動力の一部を直接駆動軸に出力可能なパラレルハイブリッド車両において、広範囲の運転領域での運転を実現可

6

力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し動力と電力との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段とを備えるハイブリッド車両であって、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の変速比で動力を伝達する変速機を備えることを要旨とする。

【0013】ハイブリッド車両における損失は主にトルク変換手段で発生する。上記構成のハイブリッド車両では、電力と動力との変換を介してエンジンから出力された動力をトルク変換して駆動軸に出力することができ、電力と動力との変換には所定のエネルギー損失が生じるのが通常である。このエネルギー損失が大きくなれば、ハイブリッド車両の運転効率は低下する。

【0014】エンジンから駆動軸に機械的に伝達される動力(以下、直達動力と呼ぶ)の回転数およびトルクと駆動軸に出力すべき目標回転数および目標トルクとが一致する場合には、トルク変換の必要はない。この場合、電力と動力との変換はなされないから、運転効率は高い。これに対し、直達動力の回転数およびトルクが、駆動軸の目標回転数および目標トルクと異なる場合には、電力と動力との変換を介してトルク変換を行う。即ち、エンジンから出力される動力の一部を機械的な直達動力として駆動軸に出力しつつ、残余の動力を電力に一旦置換する。この電力を用いてトルク変換手段の内部に設けられた電動機を駆動し、直達動力と駆動軸の目標動力との差を補償し、目標回転数および目標トルクからなる動力を駆動軸に出力する。直達動力と駆動軸の目標動力との差が大きくなれば、電力と動力の変換量が大きくなるため、変換時に生じる損失も大きくなる。この結果、ハイブリッド車両の運転効率が低下する。

【0015】本発明のハイブリッド車両によれば、上記変速機の作用により、直達動力と駆動軸の目標動力との差を抑制することができる。直達動力の回転数が目標動力の回転数よりも非常に小さく、トルク変換手段で増速が必要な走行状態を考える。かかる場合に、本発明のハイブリッド車両によれば、変速機を増速側に切り換えることにより、エンジンからの直達動力の回転数を増速することができる。トルク変換手段では、増速された直達動力と目標動力との差を調整する変換を行えば済むため、電力と動力との変換量を低減することができる。換言すれば、駆動軸に出力される動力のうち、直達動力の割合を増加させることができる。この結果、トルク変換

(5)

特開2000-346187

7

かる場合は、換言すれば、直達動力のトルクが目標動力のトルクよりも非常に低く、トルク変換手段でトルク付加が必要な走行状態に相当する。本発明のハイブリッド車両によれば、かかる走行状態においては、変速比を減速側に切り換えることにより、エンジンからの直達動力のトルクを増大することができる。従って、トルク変換手段では、トルク付加された直達動力と目標動力との差を調整する変換を行えば済むため、電力と動力との変換量を低減することができ、ハイブリッド車両の運転効率を向上することができる。

【0017】なお、上記変速機は、いわゆる無段階で変速可能な機構を用いることも可能ではあるが、予め設定された一定の変速比で変速可能な機構を用いることが望ましい。ハイブリッド車両では、トルク変換手段により、エンジンから出力される回転数を任意の回転数およびトルクに変更して出力可能であるから、更に無段階の変速機を設ける必要性は低い。無段階の変速機を設けることにより、却って、装置構成の複雑化、大型化などの新たな課題を招く可能性もある。これに対し、予め設定された一定の変速比の変速機は、簡易な構成であるため、装置の複雑化、大型化、製造コストの増大などの弊害少なく、組み込むことができる。また、トルク変換手段における電力と動力の変換を抑制するという目的は、一定の変速比で変速することにより十分達成することができる。かかる観点から、上記変速機は、予め設定された一定の変速比で変速可能な機構を用いることが望ましい。

【0018】変速機は、2以上の変速比を實現できるものであればよい。変速比は、必ずしも、減速側と増速側の双方を備えている必要はない。例えば、変速比の入力側と出力側とを直結した状態と、減速または増速のいずれか一方の状態とで切り換え可能な変速機を用いるものとしても構わない。当然、変速機が切り換え可能な変速比が多い程、より高い効率での運転を實現可能となることはいふまでもない。

【0019】本発明のハイブリッド車両においては、上記変速機の切り換えを手動で行うものとしても構わないが、前記駆動軸の目標動力を、目標回転数および目標トルクの組合せて設定する目標動力設定手段と、前記目標動力に応じ、運転効率を優先して設定された回転数およびトルクで前記エンジンを運転するエンジン制御手段と、前記変速機を制御して、前記第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との差が、予め設定された所定範囲内となる変速比を實現する変速機制御手段

とを備えることを特徴とする。

8

お、入力回転数と出力回転数との差について、上記制御の基準となる所定範囲は、ハイブリッド車両の走行領域、および目標とする運転効率などを考慮し、車両の構成に応じて種々適切な値を設定することができる。

【0021】また、本発明のハイブリッド車両において、前記変速機は、前記ハイブリッド車両の走行領域において、前記入力回転数と前記出力回転数との大小関係を、少なくとも、該トルク変換手段による変換効率が高い側の関係に維持可能な範囲で設定された変速比で動力を伝達する機構であり、前記変速機制御手段は、該変速機を制御して、前記入力回転数と出力回転数の大小関係を、前記変換効率が高い側の関係に維持する手段であるものとすることが望ましい。

【0022】ハイブリッド車両のトルク変換手段では、先に図22～図27を用いて具体的に説明した通り、第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との大小関係に応じて動力の循環が生じ、効率が低下する場合がある。動力の循環は、トルク変換手段の構成に応じて、入力回転数および出力回転数が所定の大小関係にある場合に生じる。上記ハイブリッド車両によれば、車両の走行領域のほぼ全般において入力回転数と出力回転数との大小関係をより効率がより高い側に維持することができる。運転効率を向上することができる。なお、上記構成のハイブリッド車両は、トルク変換時における効率の低下を抑制するものである。従って、上記変速機制御手段は、トルク変換が行われる走行領域において上記大小関係を一定の状態に維持するものであればよい。トルク変換が必要とされない走行領域においてまで必ずしも上記大小関係を維持する必要はない。

【0023】入力回転数と出力回転数との大小関係を維持するハイブリッド車両について、より具体的には、次の態様が望ましい。第1の態様は、前記トルク変換手段が、前記第1の回転軸および第2の回転軸に結合され、電力のやりとりによって、該第1の回転軸の動力を少なくとも回転数の異なる動力に調整して該第2の回転軸に伝達する動力調整装置と、前記第2の回転軸に結合された電動機とを備える手段である場合には、前記変換効率がより高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも大きい関係である。

【0024】第1の態様は、先に図22に示した態様に相当する。図22中のブラネタリギヤPGおよび発電機Gが上述の動力調整装置に相当し、アシストモータAMが上述の電動機に相当する。もちろん、このことは図22の構成に限定されることを意味するものではない。既に図22の構成に示した通り、発電機Gは、図22の構成に示した通り、アシストモータAMが上述の電動機に相当する。

9

【0025】第2の態様は、前記トルク変換手段が、前記第1の回転軸および第2の回転軸に結合され、電力のやりとりによって、前記第1の回転軸の動力を少なくとも回転数の異なる動力に調整して第2の回転軸に伝達する動力調整装置と、前記第1の回転軸に結合された電動機とを備える手段である場合には、前記変換効率が高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも小さい関係である。

【0026】第2の態様は、先に図25に示した態様に相当する。もちろん、このことは図25の構成に限定されることを意味するものではない。既に図26、図27で説明した通り、電動機が駆動軸に結合された構成においては、入力回転数が出力回転数よりも高い場合に動力の循環が発生する。第2の態様では、入力回転数が出力回転数よりも低い状態を維持することができるため、高い効率でトルク変換を行うことができる。

【0027】本発明のハイブリッド車両において、前記変速機を設ける場所は、種々の選択が可能である。例えば、前記変速機を、前記出力軸とトルク変換手段との間に設けることができる。また、前記変速機を、前記トルク変換手段と前記駆動軸との間に設けることもできる。もちろん、前記出力軸とトルク変換手段の間、およびトルク変換手段と駆動軸の間の双方に変速機をそれぞれ設けるものとしてもよい。

【0028】前者の態様、即ち、変速機をエンジンEGの出力軸とトルク変換手段との間に介在させるものとするれば、エンジンEGから出力される動力を変速してトルク変換手段に入力することができる。即ち、トルク変換手段の入力回転数側を変速することにより、入力回転数と出力回転数との差を所定の範囲内に制御することができる。

【0029】後者の態様、即ち、変速機をトルク変換手段と駆動軸の間に介在させるものとするれば、トルク変換手段から出力される動力を変速して駆動軸に出力することができる。こうすることにより、駆動軸の目標回転数と出力回転数とを異なる値とすることができる。従って、後者の態様によれば、トルク変換手段の出力回転数側を変速することにより、入力回転数と出力回転数との差を所定の範囲内に制御することができる。

【0030】上述の2つの態様のうち、いずれを選択するものとしても構わない。エンジンEGから出力されるトルクおよび回転数の範囲、駆動軸に要求されるトルクおよび回転数の範囲、トルク変換手段に許容されるトルクおよび回転数の範囲を考慮して適宜選択することができる。

(5)

特開2000-346187

10

【0031】本発明のハイブリッド車両において、前記変速機も種々の構成を適用することができる。例えば、前記変速機は、3つの回転軸のうち、2つの回転軸が前記出力軸側および前記駆動軸側にそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、該ブラネタリギヤの残余の回転軸について、選択的に回転および制止可能な制止手段と、前記2つの回転軸同士を選択的に結合および解放可能な結合手段とを備える機構であるものとしてすることができる。

【0032】ブラネタリギヤは、中心で回転するサンギヤ、サンギヤの外周を自転しながら公転するブラネタリビニオンギヤを備えるブラネタリキャリアと、更にその外周で回転するリングギヤとから構成される。上述の3つの回転軸とは、サンギヤ、ブラネタリキャリア、リングギヤにそれぞれ結合された回転軸を意味する。出力軸側および駆動軸側に結合とは、必ずしも出力軸および駆動軸に直接結合されている必要はなく、トルク変換手段を介して出力軸または駆動軸に結合されている場合も含む意味である。周知の事実であるが、ブラネタリギヤは、これらの3つの回転軸のうち2つの回転軸の回転状態が決まると残余の回転軸の回転状態が決まるという特性を有している。

【0033】上記構成の変速機的作用について説明する。上記2つの回転軸を解放し、上記制止手段によってブラネタリギヤの一つの回転軸の回転を制止した場合を考える。この結果、解放された2つの回転軸について、一方の回転状態が決まれば他方の回転状態も決まるため、両者はギヤで結合されたのと等価な状態になる。結合のギヤ比は、ブラネタリギヤのギヤ比によって定まる。一方、上記2つの回転軸を結合するとともに、残余の回転軸を解放した場合を考える。このとき、結合された2つの回転軸は一体的に回転する。従って、出力軸側と駆動軸側の回転軸は直結された状態となる。このように上記構成の変速機によれば、結合手段および制止手段を操作することにより、2つの回転軸を所定の変速比で結合したり、直結したりすることができる。しかも、かかる作用を比較的小型の装置構成で実現することができる。なお、ブラネタリギヤの3つの回転軸への結合状態については、種々の態様が選択可能である。

【0034】本発明のハイブリッド車両において、前記トルク変換手段も種々の構成を適用することができる。例えば、前記トルク変換手段は、ロータ軸を有する発電機と、3つの回転軸を有し、該回転軸が前記出力軸、駆動軸、およびロータ軸にそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された駆動軸とを備える手段であるものとする。

11

回転軸に伝達するとともに、ロータ軸に分配された動力を発電機によって電力として回生することができる。こうして伝達された動力は、トルクのみが駆動軸の目標トルクと相違する。上記駆動機を力行運転または回生運転すれば、トルクの相違を消償することができる。上述の構成によれば、かかる作用によってトルク変換手段として機能することができる。

【0036】また、前記トルク変換手段は、前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合された第2のロータとを有する対ロータ電動機と、前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された電動機とを備える手段であるものとするともできる。

【0037】対ロータ電動機によれば、第1のロータと第2のロータとの電磁的な結合により、入力された動力を目標回転数に調整しつつ第2の回転軸に伝達することができる。また、両者間の相対的な滑りによって動力の一部を電力として回生することも可能である。上記電動機を力行運転または回生運転すれば、伝達された動力のトルクと目標トルクとの相違を消償することができる。上述の構成によれば、かかる作用によってトルク変換手段として機能することができる。

【0038】本発明はハイブリッド車両の他、その制御方法として構成することもできる。即ち、本発明の制御方法は、出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し動力と電力との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段と、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の変速比で動力を伝達する変速機とを備えるハイブリッド車両の運転を制御する制御方法であって、(a) 前記駆動軸の目標動力を、目標回転数および目標トルクの組合せで設定する工程と、(b) 前記目標動力に応じ、運転効率を優先して設定された回転数およびトルクで前記エンジンを運転する工程と、(c) 前記第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との差が、予め設定された所定範囲内となるよう、前記変速機の変速比を制御する工程とを備える制御方法である。

【0039】かかる制御方法によれば、先にハイブリッド車両で説明したのと同様の作用により、車両を広範な運転領域において高効率で運転することができる。なお、上記制御方法においても、先にハイブリッド車両で

(7)

特開2000-346187

12

図1を用いて説明する。図1は本実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。このハイブリッド車両の動力系統は、次の構成から成っている。動力系統に備えられたエンジン150は通常のガソリンエンジンであり、クランクシャフト156を回転させる。エンジン150の運転はEFI ECU170により制御されている。EFI ECU170は内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、ROMに記録されたプログラムに従いCPUがエンジン150の燃料噴射料その他の制御を実行する。これらの制御を可能とするために、EFI ECU170にはエンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。その一つとしてクランクシャフト156の回転数を検出する回転数センサ152がある。その他のセンサおよびスイッチなどの図示は省略した。なお、EFI ECU170は、制御ユニット190とも電気的に接続されており、制御ユニット190との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。EFI ECU170は、制御ユニット190からエンジン150の運転状態に関する種々の指令値を受けてエンジン150を制御している。

【0041】エンジン150は変速機構を構成するブラネタリギヤ200に結合されている。ブラネタリギヤ200は、中心で回転するサンギヤ201、その周囲を自転しながら公転するブラネタリピニオンギヤ202、さらにその周囲で回転するリングギヤ204の3種類のギヤから構成されている。ブラネタリピニオンギヤ202はブラネタリキャリア203に軸支されている。クランクシャフト156はブラネタリキャリア203に結合されている。変速機構を構成するため、ブラネタリギヤ200のサンギヤ201には、その回転を制止するためのブレーキ220が設けられている。また、ブラネタリキャリア203とリングギヤとを結合したり解放したりするクラッチ210も設けられている。クラッチ210、ブレーキ220のオン・オフは制御ユニット190により制御される。変速機構の作用については後述する。リングギヤ204の回転軸たるリングギヤ軸205は、上流側に位置するエンジン150から出力された動力が伝達される経路において、さらに下流側に設けられ、動力調整装置を構成するブラネタリギヤ120に結合されている。

【0042】ブラネタリギヤ120は、サンギヤ121、ブラネタリピニオンギヤ122、リングギヤ124の3種類のギヤから構成されている。ブラネタリピニオンギヤ122は、その周囲を自転しながら公転するブラネタリキャリア123に軸支されている。

13

軸116に結合されている。

【0043】モータ130は、同期電動発電機として構成されており、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ133とを備える。モータ130はロータ132に備えられた永久磁石による磁界とステータ133に備えられた三相コイルによって形成される磁界との相互作用により回転駆動する電動機として動作し、場合によってはこれらの相互作用によりステータ133に巻回された三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。なお、モータ130は、ロータ132とステータ133との間の磁束密度が円周方向に正弦分布する正弦波巻磁モータを適用することも可能であるが、本実施例では、比較的大きなトルクを出力可能な非正弦波巻磁モータを採用した。

【0044】モータ130のステータ133は駆動回路191を介してバッテリー194に電気的に接続されている。駆動回路191は内部にスイッチング素子としてのトランジスタを複数個えたトランジスタインバータであり、制御ユニット190と電気的に接続されている。制御ユニット190が駆動回路191のトランジスタのオン・オフの時間をPWM制御するとバッテリー194を電源とする三相交流がモータ130のステータ133に流れる。この三相交流によりステータ133には回転磁界が形成されモータ130は回転する。

【0045】アシストモータ140も、モータ130と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ143とを備える。アシストモータ140は駆動回路192を介してバッテリー194に接続されている。駆動回路192もトランジスタインバータにより構成されており、制御ユニット190に電気的に接続されている。制御ユニット190の制御信号により駆動回路192のトランジスタをスイッチングすると、ステータ143に三相交流が流れて回転磁界を生じ、アシストモータ140は回転する。本実施例では、アシストモータ140として非正弦波巻磁モータを適用した。

【0046】本実施例のハイブリッド車両の運転状態は*

$$\begin{aligned} N_s &= (1 + \rho) / \rho \times N_c - N_r / \rho ; \\ N_c &= \rho / (1 + \rho) \times N_s + N_r / (1 + \rho) ; \\ N_r &= (1 + \rho) N_c - \rho N_s ; \\ T_s &= T_c \times \rho / (1 + \rho) = \rho T_r ; \\ T_r &= T_c / (1 + \rho) ; \end{aligned}$$

* N_s 、 N_c 、 N_r はそれぞれエンジン、発電機、モータの回転数、 T_s 、 T_c 、 T_r はそれぞれエンジン、発電機、モータのトルク

(8)

特開2000-346187

14

* 制御ユニット190により制御されている。制御ユニット190もEFIECU170と同様、内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、ROMに記録されたプログラムに従い、CPUが後述する種々の制御処理を行うよう構成されている。これらの制御を可能とするために、制御ユニット190には、各種のセンサおよびスイッチが電気的に接続されている。制御ユニット190に接続されているセンサおよびスイッチとしては、アクセルペダルの操作量を検出するためのアクセルペダルポジションセンサ165、車軸116の回転数を検出する回転数センサ117等が挙げられる。制御ユニット190は、EFIECU170とも電気的に接続されており、EFIECU170との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。制御ユニット190からエンジン150の制御に必要な情報をEFIECU170に出力することにより、エンジン150を間接的に制御することができる。逆にエンジン150の回転数などの情報をEFIECU170から入力することもできる。

【0047】本実施例のハイブリッド車両は、変速機構を構成するクラッチ210およびブレーキ220のオン・オフを変更すると、プラネタリギヤ200の作用により、エンジン150をプラネタリギヤ120に結合する際の変速比を変更することができる。図2は変速機構の動作について示す説明図である。クラッチ210のオン・オフおよびブレーキ220のオン・オフで実現される4通りの組合せについて示した。なお、クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフは制御ユニット190により制御される。

【0048】変速機構の動作を説明するため、まず、プラネタリギヤ200の一般的な性質について説明する。プラネタリギヤ200は、サンギヤ201、プラネタリキャリア203およびリングギヤ204のそれぞれに結合された回転軸の回転数およびトルクに以下の関係が成立することが機構学上よく知られている。即ち、上記3つの回転軸のうち、2つの回転軸の動力状態が決定されると、以下の関係式に基づいて残余の1つの回転軸の動力状態が決定される。

15

ラッチ210およびブレーキ220を共にオンにした場合の状態を示した。ブレーキ220がオンとなっているため、サンギヤ201の回転は制止され、回転数は0となる。また、クラッチ210がオンになっているため、リングギヤ204とプラネタリキャリア203とは結合され、両者は一体的に回転する。この結果、上式(1)のNsに値0を代入し、 $N_c = N_r$ を代入すれば明らかな通り、プラネタリギヤ200は全てのギヤの回転数が値0となる。従って、結合状態Aでは、走行することができない。

【0051】右上には、結合状態Bとして、クラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオンになっているため、サンギヤ201の回転数Nsは値0である。一方、クラッチ210がオフになっているため、リングギヤ204とプラネタリキャリア203とは異なる回転数で回転可能である。上式(1)のNsに値0を代入すれば明らかな通り、リングギヤ204の回転数Nrと、プラネタリキャリア203の回転数Ncの関係は、「 $N_r = (1 + \rho) N_c$ 」で与えられる。即ち、エンジン150は1 + ρ倍の回転数に増速されてプラネタリギヤ120に結合されたのと等価な状態となる。

【0052】図3はクラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。等価な構成においては、図示する通り、エンジン150は固定の変速ギヤTG1、TG2を介してプラネタリギヤ120に結合される。変速ギヤTG1、TG2の変速比は「 $1 / (1 + \rho)$ 」である。即ち、エンジン150の回転数は、上述の通り、「1 + ρ」倍に増速されてプラネタリギヤ120に伝達される。逆にトルクは「 $1 / (1 + \rho)$ 」倍されてプラネタリギヤ120に伝達される。以下の説明では、結合状態Bを増速結合状態と称する。

【0053】図2の左下には、結合状態Cとして、クラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、サンギヤ201は自由に回転することができる。一方、クラッチ210がオンになっているため、リングギヤ204とプラネタリキャリア203とは一体的に回転する。結合状態Aと異なり、サンギヤ201の回転が制止されていないため、リングギヤ204およびプラネタリキャリア203の回転は妨げられない。従って、結合状態Cは、エンジン150をプラネタリギヤ120に直結した状態に相当する。図4はクラッチ210

(9)

特開2000-346187

16

ラッチ210およびブレーキ220を共にオフとした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、サンギヤ201は自由に回転することができる。また、クラッチ210も解放されているため、プラネタリキャリア203とリングギヤ204も異なる回転数で回転可能である。かかる状態では、プラネタリキャリア203およびリングギヤ204のうち一方の回転状態が決定されても、他方の回転状態は決定されない。つまり、プラネタリキャリア203とリングギヤ204との間では動力を伝達することができない。これは、エンジン150がプラネタリギヤ120から切り離された状態に相当する。

【0055】変速機構は、上述の通り、クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフによって4通りの結合状態をとり得る。但し、上述の通り、エンジン150からプラネタリギヤ120に動力を伝達可能なのは、結合状態B（増速結合状態）と結合状態C（直結状態）である。従って、本実施例では、これら2通りの結合状態を車両の走行状態に応じて使い分けている。

【0056】本実施例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ120の機構上の制限から、車速に応じてエンジン150が運転可能な範囲が制限されている。かかる制限を差速制限と呼ぶ。以下、差速制限が生じる理由およびその範囲について説明する。

【0057】図5はプラネタリギヤ120の回転状態を示す説明図である。共線図と呼ばれる図である。プラネタリギヤ120の各ギヤの回転数は先に示した式(1)で表される。式(1)から明らかな通り、各ギヤの回転数は比例関係にある。従って、横軸にサンギヤ121(S)、プラネタリキャリア123(C)、リングギヤ124(R)にそれぞれ対応する座標を、SC間の距離とCR間の距離とが1 : ρ1の関係になるようにとり、各座標においてそれぞれのギヤの回転数を縦軸にとれば、図5に示す通り、各ギヤの回転数は直線で表される。なお、ρ1はプラネタリギヤ120のギヤ比である。

【0058】例えば、サンギヤ121の回転数がNs、プラネタリキャリア123の回転数がNe、リングギヤ124の回転数がNrの場合を考える。サンギヤ121の回転状態は、図5の共線図中の点Psで示される。また、プラネタリキャリア123の回転状態は点Pe、リングギヤ124の回転状態は点Prでそれぞれ示される。点Ps、Pe、Prはそれぞれ動作共線と呼ばれる直線上に位置する。

【0059】ここで、プラネタリギヤ120の回転

40

(10)

特開2000-346187

17

123の回転数は点Peのまゝ一定である。この結果、サンギヤ121の回転数は点Ps1で示される値まで増加する。

【0060】プラネタリギヤ120の各ギヤには、機械的に許容される回転数の上限がある。図5に示した通り、低速時においてエンジン150の回転数を高くすれば、サンギヤ121の回転数が非常に高くなり、許容される上限値を超える場合が生じる。サンギヤ121の回転数が上限値を超えないようにするためには、例えば、エンジン150の回転数を図5中の点Pe1に相当する値まで下げる必要がある。このように本実施例のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ120の機械的制限に起因して、車速に応じてエンジン150の運転可能範囲が制限される。かかる制限が差速制限である。

【0061】図6は本実施例のハイブリッド車両における差速制限について示す説明図である。上述した通り、図中の使用可能領域で表された範囲内の車速およびエンジン回転数で運転が行われる。なお、図6中の実線で示した領域は、変速機を直結状態にした場合の使用可能領域を示している。変速機を増速状態とした場合、プラネタリギヤ120に入力される回転数はエンジンの実回転数よりも高くなるため、使用可能領域は図6中の破線で示した領域に移行する。

【0062】(2) 一般的動作：次に、本実施例のハイブリッド車両の一般的動作として、エンジン150から*

$$Ns = (1 + \rho 1) / \rho 1 \times Ne - Nd / \rho 1 ;$$

$$Ts = Te \times \rho 1 / (1 + \rho 1) ;$$

$$\rho 1 = \text{サンギヤ121の歯数} / \text{リングギヤ124の歯数} \quad \dots (2) ;$$

なお、エンジン150単体で回転数およびトルクを個別に制御することはできないから、実際には、モータ130を上述の回転数およびトルクで運転することにより、結果としてエンジン150が回転数Ne、トルクTeで運転されることになる。

【0065】エンジン150から出力された動力は、プ*

$$GU1 = Ns \times Ts = Ne \times Te - Nd \times Te / (1 + \rho 1) \quad \dots (3)$$

【0066】エンジン150から出力された残余の動力は、リングギヤ124に伝達され、車軸116に機械的な動力として直接出力される。先に示した式(1)によれば、エンジン150から車軸116に出力されるトルクTreは、「 $Tre = Te / (1 + \rho 1)$ 」で与えられる。このトルクと車軸の目標トルクTdとの差分のト★

$$AU1 = (Td - Te / (1 + \rho 1)) \times Nd \\ = Td \times Nd - Nd \times Te / (1 + \rho 1) \quad \dots (4)$$

【0067】アシストモータ140には、モータ130で出力された電力が供給される。ト★(4)の

18

* 出力された動力を要求された回転数およびトルクに変換して車軸116に出力する動作について説明する。以下では、説明の容易のため、ディファレンシャルギヤ114のギヤ比は値1であるものとして説明する。つまり、車軸116の回転数およびトルクと駆動軸112の回転数およびトルクは等しいものとする。

【0063】図7は「車軸116の回転数Nd<エンジン150の回転数Ne」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。横軸に回転数N、縦軸にトルクTを採り、エンジン150の運転ポイントPeと車軸116の回転ポイントPdを示した。図7中の曲線Pは動力、つまり回転数とトルクの積が一定の曲線である。回転数Ne、トルクTeでエンジン150から出力された動力Peを、Neよりも低い回転数Nd、Teよりも高いトルクTdの動力Pdに変換して車軸116から出力する場合を考える。なお、変速機は直結状態であるものとする。

【0064】図7に示した変換を行う場合、車軸116の回転数Ndはエンジン150の回転数Neよりも小さい。プラネタリギヤ123の回転数はエンジン150の回転数Neに等しく、リングギヤ124の回転数は車軸116の回転数Ndに等しい。従って、先に示した式(1)から明らかな通り、サンギヤ121の回転数NsおよびトルクTsはそれぞれ次式(2)で表される。

※ プラネタリギヤ120で2つに分配され、その一部は上記回転数およびトルクの動力としてモータ130に入力される。モータ130は回転数NsとトルクTsの積に等しい動力を電力として回生する。上式(2)によれば、回生される電力GU1は、次式(3)で表される。この電力は、図7中の領域GU1の面積に相当する。

★ トルク「 $Td - Tre$ 」をアシストモータ140から出力することにより、車軸116に回転数Nd、トルクTdの動力を出力することができる。この際、アシストモータ140は、差分のトルク×回転数Ndの電力を消費する。消費される電力AU1は、次式(4)で表される。この電力は、図7中の領域AU1の面積に相当する。

「車軸116の回転数Nd<エンジン150の回転数Ne」の場合には、図7中の領域GU1と領域AU1は、

19

記変換を実現する。説明の容易のため、以下では、運転効率を100%として本実施例の動作について説明する。

【0068】図8は「車軸116の回転数 N_d >エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。図8に示した変換を行う場合、車軸116の回転数 N_d はエンジン150の回転数 N_e よりも大きい。従って、上式(2)から明らかな通り、サンギヤ121の回転数 N_s は負となり、逆転する。つまり、モータ130は電力の供給を受けて逆転方向に力行する。このとき、消費される電力は、上式(3)の絶対値に等しく、図8中のハッチングを施した領域AU2の面積に等しい。

【0069】一方、車軸116のトルク T_d はエンジン150のトルク T_e よりも小さい。従って、アシストモータ140は負のトルクで回生運転される。このとき回生される電力は、上式(4)の絶対値に等しく、図8中のハッチングを施した領域GU2の面積に等しい。同モータでの運転効率を100%と仮定すれば、モータ130で回生される電力とアシストモータ140に供給される電力とが等しくなる。つまり、「車軸116の回転数 N_d >エンジン150の回転数 N_e 」の場合には、図8中のハッチングを付した領域に相当する動力を一旦電力に変換することで、点Peから点Pdへのトルク変換を行うことができる。かかる変換では、下流側に位置するアシストモータ140から上流側に位置するモータ130に電力が供給されるため、動力の循環が生じる。図8中の領域GU2とAU2の双方に共通の領域GU3が循環する動力に相当する。

【0070】以上で説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、エンジン150から出力された動力を要求された回転数およびトルクからなる動力に変換して、車軸116から出力することができる(以下、この運転モードを通常走行と呼ぶ)。その他、エンジン150を停止してアシストモータ140を動力源として走行することも可能である(以下、この運転モードをEV走行と呼ぶ)。また、停車中にエンジン150の動力でモータ130を回生運転して発電することも可能である。

【0071】図8に示した通り、車軸116の回転数 N_d がエンジン150の回転数 N_e よりも大きい走行時には、動力の循環が生じ、車両の運転効率が低下する。上記説明では、変速機が直結状態の場合を例にとって説明したが、増速結合状態の場合も同様に動力の循環が生じる。上記説明においてエンジン150の回転数 N_e をブ

(11)

特開2000-346187

20

場合に動力の循環が生じる。以下の説明では、かかる条件を満足し動力の循環が生じる走行状態をオーバードライブ走行とよぶ。本実施例のハイブリッド車両は、動力の循環を極力抑え、運転効率を向上するよう、走行領域に応じて変速機構を制御して走行する。

【0072】図9は本実施例のハイブリッド車両における各種走行モードの使い分けの様子を示す説明図である。図中の曲線LMはハイブリッド車両が走行可能な領域を示している。図示する通り、車速およびトルクが比較的低い領域では、EV走行を行う。車速およびトルクが所定値以上の領域では、通常走行を行う。図中の領域WODでは原則として増速結合状態で走行し、領域UEでは直結状態で走行する。例えば、図10中の曲線Dに沿って車両の走行状態が変化していく場合には、当初EV走行を行った後、増速結合状態での走行に移行することになる。

【0073】(3)運転制御処理：次に、本実施例のハイブリッド車両の運転制御処理について説明する。先に説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、EV走行、通常走行など種々の運転モードにより走行することができる。制御ユニット190内のCPU(以下、単に「CPU」という)は車両の走行状態に応じて運転モードを判定し、それぞれのモードについてエンジン150、モータ130、アシストモータ140、クラッチ210、ブレーキ220の制御を実行する。これらの制御は種々の制御処理ルーチンを周期的に実行することにより行われる。以下では、これらの運転モードのうち、通常走行モードについてトルク制御処理の内容を説明する。

【0074】図10は通常走行時のトルク制御ルーチンのフローチャートである。この処理が開始されるとCPUは駆動軸112から出力すべき動力 P_d を設定する(ステップS10)。この動力は、アクセルペダルポジションセンサ165により検出されたアクセルの踏み込み量および車速に基づいて設定される。駆動軸から出力すべき動力 P_d は、駆動軸112の回転数 N_d と目標トルク T_d の積で表される。回転数 N_d は車速と等価なパラメータである。目標トルク T_d はアクセル開度および車速に応じたテーブルとして予め設定されている。

【0075】次に、充放電電力 P_b および箱機駆動動力 P_h を算出する(ステップS15、S20)。充放電電力 P_b とは、バッテリー194の充放電に要する動力であり、バッテリー194を充電する必要がある場合には正の値、放電する必要がある場合には負の値を有する。箱機駆動動力 P_h は、エンジン150から出力された動力のうち、駆動軸112に伝達される動力と、変速機120の駆動に要する動力とを合わせたものである。

40

(12)

特開2000-346187

21

定する（ステップS30）。運転ポイントとは、エンジン150の目標回転数 N_e と目標トルク T_e の組み合わせをいう。エンジン150の運転ポイントは、予め定めたマップに従って、基本的にはエンジン150の運転効率を優先して設定する。

【0077】図11はエンジンの運転ポイントと運転効率との関係について示す説明図である。回転数 N_e を横軸に、トルク T_e を縦軸にとりエンジン150の運転状態を示している。図中の曲線Bはエンジン150の運転が可能な限界範囲を示している。曲線 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ まではエンジン150の運転効率が一定となる運転ポイントを示している。 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ の順に運転効率は低くなっていく。また、曲線C1からC3はそれぞれエンジン150から出力される動力（回転数×トルク）が一定となるラインを示している。

【0078】エンジン150は図示する通り、回転数およびトルクに応じて、運転効率が大きく相違する。エンジン150から曲線C1に相当する動力を出力する場合には、図中のA1点に相当する運転ポイント（回転数およびトルク）が最も高効率となる。同様に曲線C2およびC3に相当する動力を出力する場合には図中のA2点およびA3点で運転する場合が最も高効率となる。出力すべき動力ごとに最も運転効率が高くなる運転ポイントを選択すると、図中の曲線Aが得られる。これを動作曲線と呼ぶ。

【0079】図10のステップS30における運転ポイントの設定では、予め実験的に求められた動作曲線Aを制御ユニット190内のROMにマップとして記憶しておき、かかるマップから要求動力 P_e に応じた運転ポイ

$$N1* = (1 + \rho 1) / \rho 1 \times Ne* - Nd* / \rho 1 ;$$

$$T1* = K1 \times (N1* - N1) + K2 \times \Sigma (N1* - N1) \dots (5)$$

【0082】ここで、 $\rho 1$ はブラネタリギヤ120のギヤ比である。また、目標トルク $T1*$ の式における $K1$ 、 $K2$ は、それぞれ比例積分制御におけるゲインである。 $K1$ は回転数の偏差に対する比例項のゲイン、 $K2$ は回転数の偏差の積分項のゲインに相当する。これらのゲインは、制御の安定性、応答性を考慮して実験等により予め設定することができる。比例積分制御については周知の技術であるため、これ以上の詳細な説明を省略する。

【0083】アシストモータ140の運転ポイントは次の通り設定される。アシストモータ140の目標回転数 $N2*$ は駆動軸112の目標回転数 $Nd*$ に等しい。ま

$$N2* = Nd* ;$$

$$T2* = Td* - T1* / \rho 1 ;$$

22

※ントを読み込むことで、エンジン150の目標回転数 N_e および目標トルク T_e を設定する。こうすることにより、エンジン150について効率の高い運転ポイントを設定することができる。

【0080】こうして設定されたエンジン150の運転ポイントに応じて、CPUは変速比切り替え制御処理を行う（ステップS100）。この処理は、ハイブリッド車両の走行状態に応じて変速機構の結合状態を増速結合状態（図2の結合状態B）と直結状態（図2の結合状態C）とで切り替える処理である。処理内容の詳細は後述する。

【0081】次にCPUは、CPUは変速機構が増速結合状態であるか否かを判断し（ステップS200）、その結合状態に応じて、モータ130およびアシストモータ140のトルクおよび回転数の指令値を設定する（ステップS205、S210）。増速結合状態でない場合、即ち、直結状態の場合は次の通り指令値を設定する（ステップS205）。モータ130の目標回転数 $N1*$ は、先に示した式（2）において、駆動軸112の目標回転数 $Nd*$ 、エンジン回転数 $Ne*$ を代入することにより設定される。モータ130の目標トルク $T1*$ は式（2）において、駆動軸112の目標トルク $Td*$ 、エンジン目標トルク $Te*$ を代入することで求めることも可能ではあるが、本実施例では、回転数を上記目標値に精度良く制御できるよう、目標回転数 $N1*$ と実際の回転数 $N1$ との偏差に基づく比例積分制御によってモータ130の目標トルク $T1*$ を設定した。モータ130の目標回転数 $N1*$ および目標トルク $T1*$ は次式（5）の通り設定される。

※た、目標トルク $T2*$ は、エンジン150からブラネタリギヤ120を介して駆動軸112に伝達される直達トルクと、駆動軸112の目標トルク $Td*$ との差を補償するよう設定される。なお、エンジン150からの直達トルクはモータ130のトルク $T1*$ によって変動するため、ここでは上式（5）で設定されたトルク $T1*$ を用いて直達トルクを求める。先に示した式（1）においてサンギヤのトルク Ts に $T1*$ を代入すれば、直達トルクは「 $T1* / \rho 1$ 」と求めることができる。以上より、アシストモータ140の目標回転数 $N2*$ および目標トルク $T2*$ は次式（6）の通り設定される。

(13)

特開2000-346187

23

24

$$\begin{aligned}
 N1* &= (1 + \rho 1) / \rho 1 \times (1 + \rho) Ne* - Nd* / \rho 1; \\
 T1* &= K1 \times (N1* - N1) + K2 \times \Sigma (N1* - N1); \\
 N2* &= Nd*; \\
 T2* &= Td* - T1* / \rho 1
 \end{aligned}$$

・・・ (7)

【0085】こうして設定されたトルク指令値および回転数指令値に基づいて、CPUはモータ130、アシストモータ140、エンジン150の運転を制御する（ステップS215）。モータの運転制御処理は、同期モータの制御として周知の処理を適用することができる。本実施例では、いわゆる比例積分制御による制御を実行している。つまり、各モータの現在のトルクを検出し、目標トルクとの偏差および目標回転数に基づいて、各相に印加する電圧指令値を設定する。印加される電圧値は上記偏差の比例項、積分項によって設定される。それぞれの項にかかるゲインは実験などにより適切な値が設定される。こうして設定された電圧は、駆動回路191、192を構成するトランジスタインバータのスイッチングのデューティに置換され、いわゆるPWM制御により各モータに印加される。

【0086】CPUは駆動回路191、192のスイッチングを制御することによって、上述の通り、モータ130およびアシストモータ140の運転を直接制御する。これに対し、エンジン150の運転は現実にはEFI ECU170が実施する処理である。従って、制御ユニット190のCPUはEFI ECU170に対してエンジン150の運転ポイントの情報を出力することで、間接的にエンジン150の運転を制御する。

【0087】以上の処理を周期的に実行することにより、本実施例のハイブリッド車両は、エンジン150から出力された動力を所望の回転数およびトルクに変換して駆動軸から出力し、走行することができる。

【0088】次に、変速比切り替え制御処理について説明する。図12は変速比切り替え制御ルーチンのフローチャートである。本ルーチンが開始されると、CPUは駆動軸112の目標運転ポイント、即ち目標回転数Nd*および目標トルクTd*を読み込む（ステップS102）。次に、駆動軸112の目標運転ポイントに基づいて、CPUは変速比の切り替えが必要であるかを判定する（ステップS104）。判定は、車両の走行状態が先に図9で示した領域UDおよび領域ODのいずれに該当するかによって行われる。切り替えの判断について具体例で説明する。

【0089】図13は直結状態から増速結合状態への切り替えの判断を示す説明図である。曲線DUはハイブリッド車両の走行中にわたる車速とトルクとの関係の一例を

加速の過程で生じる。車速の変化に伴って駆動軸112の回転状態が、図中の矢印で示されるように変化し、領域UDと領域ODとの境界点PD1に至ったとき、CPUは増速結合状態への切り替えを行うべきと判断する。

【0090】図14は増速結合状態から直結状態への切り替えの判断を示す説明図である。曲線DDは勾配のない道路を定常走行している状態での車速とトルクとの関係である。ある車速で定常走行している状態が図中の点PO0に相当する。この状態で走行中に運転者がアクセルを踏み込むと、車両の出力トルクは図中の曲線DOに示すように増加し車両は加速する。増速結合状態から直結状態への切り替えは、例えばこうした過程で生じる。図中の矢印に従って駆動軸112の回転状態が変化し、領域ODと領域UDとの境界点PO1に至ったとき、CPUは直結状態への切り替えを行うべきと判断する。

【0091】このようにCPUは車両の走行領域が領域UDと領域ODとの間で移行するか否かに基づいて切り替えの必要性を判断する。なお、本実施例では、変速比の切り替えが頻繁に行われるのを回避するため、切り替えの判断処理に一定のヒステリシスを持たせている。つまり、直結状態から増速結合状態への切り替えは、図13中の領域OD内に設定された所定の境界線ULに至った場合に切り替えが必要と判断する。増速結合状態から直結状態への切り替えは、図14中の領域UD内に設定された所定の境界線HLに至った場合に切り替えが必要と判断する。ヒステリシスの幅、即ち、曲線UL、HLの位置は車両の運転効率や頻繁な切り替えによって生じる乗り心地の低下などを考慮して、任意に設定することができる。

【0092】ステップS104において、切り替えが必要と判断された場合には、切り替え処理が実行され（ステップS106）、切り替え不要と判断された場合には、この処理をスキップして変速比切り替え制御ルーチンを終了する。図2に示した通り、増速結合状態（結合状態B）は、クラッチ210をオフ、ブレーキ220をオンにした結合状態である。直結状態（結合状態C）は、クラッチ210をオン、ブレーキ220をオフにした結合状態である。両者間の切り替えは、いわゆる半クラッチ状態を経て行われる。増速結合状態から直結状態への切り替えは、ブレーキ220の油圧を徐々に低減し、クラッチ210の油圧を徐々に増大させることによ

25

D)を経てから、いずれか一方をオンにする態様で切り替えを行うものとしても構わない。

【0093】以上で説明した本実施例のハイブリッド車両によれば、車両の運転状態に応じて変速比を切り換えることによって、高い効率でハイブリッド車両を運転することができる。以下、かかる効果について説明する。

【0094】図15はオーバードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。図8で説明したトルク変換に相当する。図8と同様、駆動軸から回転数 N_d 、トルク T_d の動力を出力する場合を考える。図8では、エンジンが図15中の点Peで運転される場合のトルク変換の様子を示した。ここでは、増速結合状態におけるトルク変換の様子を示す。エンジン150の運転ポイントは変速比に関わらず、要求動力と動作曲線A(図11参照)との交点で設定される。従って、増速結合状態でもエンジン150は点Peで運転される。但し、増速結合状態では、変速機で回転数が増速されるため、プラネタリギヤ120に入力される動力は図中の点Pe1に相当する動力となる。即ち、入力される動力の回転数 N_{e1} は点Peの回転数 N_e よりも高く、トルク T_{e1} は点Peのトルク T_e よりも低くなる。

【0095】かかる動力が入力されると、ハイブリッド車両は図8で示したのと同じく、プラネタリギヤ120、モータ130およびアシストモータ140の作用によってトルク変換を行う。既に説明した通り、エンジン150から出力される動力のうち、図15中の領域GU2'の面積に相当する動力は一旦電力に置換される。また、図中の領域AU2'の面積に相当する電力をモータ130で消費する。かかるトルク変換では、図15中の領域GU3'の面積に相当する動力の循環が生じる。

【0096】ここで、図8と図15とを比較する。図8は直結状態でトルク変換した場合に相当し、領域GU3の面積に相当する動力の循環が生じる。図15は増速結合状態でトルク変換した場合に相当し、領域GU3'の面積に相当する動力の循環が生じる。両者の比較から明らかな通り、領域GU3'の方が領域GU3よりも面積が小さい。つまり、増速結合状態でトルク変換することにより、循環する動力を抑制することができる。

【0097】このように本実施例のハイブリッド車両は、オーバードライブ走行時に増速結合状態でトルク変換することにより、エンジン150からプラネタリギヤ120に入力される動力の回転数、トルクを駆動軸112の目標回転数 N_d 、目標トルク T_d に近づけることができる。この結果、トルク変換で生じる動力の循環量を

(14)

特開2000-346187

26

Pe2に相当する回転数まで増速することができる。駆動軸112の回転数 N_d は点Pe2の回転数よりも低い。従って、かかる状態で行われるトルク変換は、先に図7で説明したのと同じ態様で行われることになり、動力の循環は生じない。このような変速比を設定すれば、オーバードライブ走行時にも動力の循環の発生を回避することができる。更に高い効率でハイブリッド車両を運転することができる。

【0099】本実施例のハイブリッド車両は、変速比の切り換えにより、オーバードライブ走行時のみならず、アンダードライブ走行時にも運転効率を向上することができる。図16はアンダードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。図7で説明したトルク変換に相当する。図7と同様、駆動軸から回転数 N_d 、トルク T_d の動力を出力する場合を考える。図7では、エンジンが図15中の点Peで運転される場合のトルク変換の様子を示した。ここでは、車両の走行状態に応じた変速比の切り換えを行わない場合、即ち、アンダードライブ走行時にも増速結合状態を維持した場合のトルク変換の様子を示す。増速結合状態では、変速機で回転数が増速されるため、プラネタリギヤ120に入力される動力は図中の点Pe3に相当する動力となる。

【0100】かかる動力に対し、ハイブリッド車両は図7で示したのと同じく、プラネタリギヤ120、モータ130およびアシストモータ140の作用によってトルク変換を行う。既に説明した通り、エンジン150から出力される動力のうち、図16中の領域GU1'の面積に相当する動力は一旦電力に置換される。また、図中の領域AU1'の面積に相当する電力をモータ130で消費する。

【0101】ここで、図7と図16とを比較する。図7は直結状態でトルク変換した場合に相当し、一旦電力に置換されて伝達される動力は領域GU1の面積に相当する。図16は増速結合状態でトルク変換した場合に相当し、一旦電力に置換されて伝達される動力は領域GU1'の面積に相当する。両者の比較から明らかな通り、領域GU1'の方が領域GU1よりも面積が大きくなる。つまり、アンダードライブ走行時には増速結合状態でトルク変換することにより、電力への変換を介して伝達される動力が増大する。一般に電力と機械的な動力との変換には損失が生じる。従って、電力への変換を介して伝達される動力が増大すれば、トルク変換時に生じる損失が増大する。

【0102】本実施例のハイブリッド車両は、アンダー

(15)

27

を図16中の点Pe4に相当する回転数まで減速してブラネタリギヤ120に伝達するものとすれば、ブラネタリギヤ120への入力回転数が、駆動軸112の回転状態Pdに近づく。この結果、トルク変換時に一旦電力に置換される動力を直結状態よりも更に低減することができる。減速効率を更に向上することができる。

【0103】本実施例のハイブリッド車両では、アンダードライブ結合時に直結状態とすることによって、以下に示す通り、高い動力を出力しやすくなるという利点も生じる。先に図6で説明した通り、本実施例のハイブリッド車両では差速制限が存在し、車速に応じてエンジン150の回転数の上限値が定められている。ここで、低速走行時、例えば、図6中の車速V1で走行している場合を考える。増速結合状態には、図6中に破線で示した差速制限に基づき、エンジン150の上限回転数は点PL2に相当する回転数となる。直結状態では、図6中に実線で示した差速制限に基づき、エンジン150の上限回転数は点PL1に相当する回転数となる。図示する通り、直結状態における上限回転数の方が増速結合状態における上限回転数よりも高い。一般にエンジン150の出力は回転数が増大するにつれて増大する。従って、上記差速制限によって上限回転数が制限される結果、増速結合状態よりも直結状態の方が大きな動力を出力することができる。本実施例のハイブリッド車両では、図9に示す通り、高トルクが要求される走行領域において、直結状態で運転する。このように変速比を切り換えることによって、要求に応じた動力をエンジン150から出力することができ、バッテリー194の電力消費を抑えて車両を運転することができる。

【0104】以上で説明した種々の作用によって、本実施例のハイブリッド車両は、車両の走行状態に応じて変速比を切り換えることにより、高い効率での運転を実現することができる。なお、高い効率での運転を実現するためには、例えば、以下に示す方法によって、変速比を適切に設定する必要がある。

【0105】図17は変速比の設定方法について示す説明図である。横軸にブラネタリギヤ120の入出力の回転数差 ΔN をとり、縦軸にトルク変換時の運転効率をとって示した。回転数差 ΔN とは、「ブラネタリキャリア123の回転数-リングギヤ124の回転数」である。回転数差 ΔN が正の場合がアンダードライブ側に相当し、負の場合がオーバードライブ側に相当する。図15で示した通り、オーバードライブ側では動力の循環が生じるため、運転効率が低くなる。回転数差 ΔN の絶対値が大きいほど、トルク変換時の動力の低減率が増大し、運転効率は向上する。図17は変速比の設定方法について示す説明図である。横軸にブラネタリギヤ120の入出力の回転数差 ΔN をとり、縦軸にトルク変換時の運転効率をとって示した。回転数差 ΔN とは、「ブラネタリキャリア123の回転数-リングギヤ124の回転数」である。回転数差 ΔN が正の場合がアンダードライブ側に相当し、負の場合がオーバードライブ側に相当する。図15で示した通り、オーバードライブ側では動力の循環が生じるため、運転効率が低くなる。回転数差 ΔN の絶対値が大きいほど、トルク変換時の動力の低減率が増大し、運転効率は向上する。

特開2000-346187

28

【0106】変速比は、運転効率と回転数差 ΔN との関係を踏まえて設定される。まず、車両が実現する目標の運転効率を設定する。次に、目標運転効率を実現可能な回転数差 ΔN の範囲を設定する。図17に示す通り、回転数差と運転効率との関係から、目標運転効率を設定すれば、実現すべき回転数差 ΔN の範囲は、 $\Delta N2 \sim \Delta N3$ の間と設定することができる。この範囲はハイブリッド車両の構成に応じて相違することはいうまでもない。

【0107】ハイブリッド車両の走行領域において回転数差 ΔN が上述の目標範囲 $\Delta N2 \sim \Delta N3$ に納まるように変速比を設定すればよい。例えば、ハイブリッド車両が最大車速で走行している場合に、直結状態でトルク変換を行う場合の回転数差が図17中の $\Delta N1$ で表されるものとする。この回転数差が $\Delta N2$ になる変速比を求めれば、増速側の変速比が設定される。アンダードライブ側も同様にして変速比を設定することができる。アンダードライブ側の走行領域で実現される回転数差が $\Delta N3$ よりも小さい場合には、直結状態のみで十分な運転効率を確保可能となる。

【0108】変速比はこのように運転効率と回転数差 ΔN との関係に応じて設定することができる。実施例では、増速結合状態と直結状態の2段階で変速比を切り換える場合を示したが、変速比は、これに限らず種々の設定が可能である。減速状態と直結状態とで切り換える設定とすることもできるし、増速、減速、直結の3段階で切り換えることもできる。また、増速側、減速側に多段階の変速比で切り換えるものとしてもよい。

【0109】上述のハイブリッド車両では、ブラネタリギヤ200を用いた変速機構によって変速比を切り替える場合を例示した。実施例では、ブラネタリギヤ200のサンギヤ201にブレーキ220、ブラネタリキャリア203にエンジン150、リングギヤ204にブラネタリキャリア軸206を結合し、更にブラネタリキャリア203とリングギヤ204とを結合するクラッチ210を設けた場合を例示した。ブラネタリギヤ200と各要素の結合は、これに限らず種々の態様を採りうる。

【0110】図18は第1の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。実施例(図1)の構成に対し、ブラネタリギヤ200への各要素の結合が相違する。第1の変形例では、サンギヤ201にエンジン150、ブラネタリキャリア203にブラネタリキャリア軸206、リングギヤ204にブレーキ220を結合する。また、ブラネタリギヤ200のクラッチ210は、図18に示すように、サンギヤ201とリングギヤ204とを結合する。図18は第1の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。実施例(図1)の構成に対し、ブラネタリギヤ200への各要素の結合が相違する。第1の変形例では、サンギヤ201にエンジン150、ブラネタリキャリア203にブラネタリキャリア軸206、リングギヤ204にブレーキ220を結合する。また、ブラネタリギヤ200のクラッチ210は、図18に示すように、サンギヤ201とリングギヤ204とを結合する。

29

でプラネタリギヤ120に結合することができる。先に示した式(1)によれば、「 $Nc = \rho / (1 + \rho) \times Ns$ 」なる関係があるから、実現される変速比は、「 $(1 + \rho) / \rho$ 」となる。従って、第1の変形例のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ200の変速比を変えることなく、実施例のハイブリッド車両と異なる変速比を実現することができる。図示を省略するが、プラネタリギヤ200と各要素との結合は、実施例および第1の変形例に示した例に限らず、種々の組み合わせを採ることができる。

【0112】実施例および第1の変形例では、プラネタリギヤ200を用いた変速機構をエンジン150とプラネタリギヤ120との間に介在させた場合を例示した。変速機構は、プラネタリギヤ120の下流側に設けることも可能である。図19は第2の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。実施例(図1)の構成に対し、プラネタリギヤ200の結合箇所が相違する。即ち、第2の変形例では、変速機構を構成するプラネタリギヤ200のプラネタリキャリア203を、動力調整装置を構成するプラネタリギヤ120のリングギヤ124に結合した。また、プラネタリギヤ200のリングギヤ204を駆動軸112に結合した。その他の構成は、実施例と同じである。

【0113】第2の変形例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ200を動力調整装置と駆動軸112との間に介在させた構成に相当する。かかる構成において、変速比を切り換えると、動力調整装置を構成するプラネタリギヤ120のリングギヤ124に結合されたリングギヤ軸125と駆動軸112との間で変速を行うことができる。実施例では、変速することにより、トルク変換におけるプラネタリギヤ120の入力回転数を駆動軸112の目標回転数との差を低減し、運転効率の向上を実現した。これに対し、第2の変形例では、変速することにより、プラネタリギヤ120の出力回転数、即ち、リングギヤ軸125の目標回転数をエンジン150の目標回転数に近づけることにより、運転効率の向上を図ることができる。従って、第2の変形例によっても実施例と同様の効果を得ることができる。

【0114】なお、第2の変形例においても、プラネタリギヤ200への各要素の結合状態は、種々の態様を採りうることは言うまでもない。また、実施例と第2の変形例を組合せ、プラネタリギヤ120の上流側および下流側の両方に変速機構を動力調整装置と駆動軸との間に設けることも可能である。

(16)

特開2000-346187

30

50側に結合し、リングギヤ124をモータ140および駆動軸112に結合した。既に説明した通り、かかる構成では、オーバードライブ走行時に動力の循環が生じる。これに対し、モータ140をエンジン150側に結合するものとしてもよい。かかる構成について第3の変形例として説明する。

【0116】図20は第3の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。実施例のハイブリッド車両に対し、アシストモータ140の結合先が相違する。即ち、第3の変形例のハイブリッド車両では、動力調整装置を構成するプラネタリギヤ120のプラネタリキャリア123にアシストモータ140を結合する。プラネタリギヤ120よりも上流側にアシストモータ140を結合することになる。

【0117】かかる構成は、先に図25を用いて説明した結合状態に対応する。従って、図26、図27で説明した通り、アンダードライブ走行時に動力の循環が生じる。第3の変形例でも、エンジン150から出力される動力の回転数を駆動軸112の目標回転数に近づけるように変速比を制御すれば、運転効率を向上することができる。なお、第3の変形例では、アンダードライブ走行時に動力の循環が生じるため、プラネタリギヤ120の入出力回転数がオーバードライブ走行に相当する関係を維持するように変速比を設定および制御すれば、更に運転効率の向上を図ることができる。第3の変形例においても、変速機構を構成するプラネタリギヤ200への各要素の結合状態、およびプラネタリギヤ200の結合箇所について種々の選択が可能である。

【0118】上述の実施例等では、プラネタリギヤ120およびモータ130の動力調整装置として用いたトルク変換装置を適用した場合を例示した。動力調整装置とは、エンジン150から入力された動力を、電力のやりとりによって少なくとも回転数の異なる動力に調整して伝達可能な装置をいう。実施例では、プラネタリギヤ120に結合されたモータ130を力行または回生運転して、その回転数を制御することによって、エンジン150から出力された動力の大きさを変更しつつ、リングギヤ124側に伝達することができる。動力調整装置は、かかる作用を奏する構成であれば、その他種々の装置を適用することができる。異なる構成の動力調整装置を適用した場合を第4の変形例として例示する。

【0119】図21は第4の変形例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。第4の変形例は、図20の構成と異なる点として、エンジン150とアシストモータ140との間に動力調整装置を設けた点にある。

(17)

特開2000-346187

31

32とアウトロータ234を借え、両者が相対的に回転可能な対ロータ電動機である。変速機構を構成するブラネタリギヤ200の出力軸、即ちリングギヤ204に結合された回転軸は、インナロータ232に結合されている。アウトロータ234は駆動軸112に結合されている。駆動軸112には実施例と同様、アシストモータ140が結合されている。

【0121】クラッチモータ230は、対ロータの同期電動発電機として構成されており、外周面に複数個の永久磁石を有するインナロータ232と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたアウトロータ234とを借える。アウトロータ234とインナロータ232とは、共に相対的に回転可能に軸支されている。クラッチモータ230はインナロータ232に借えられた永久磁石による磁界とアウトロータ234に借えられた三相コイルによって形成される磁界との相互作用により両者が相対的に回転駆動する電動機として動作し、場合によってはこれらの相互作用によりアウトロータ234に巻回された三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。アウトロータ234との電力のやりとりは、スリップリング118および駆動回路191を介して行われる。

【0122】クラッチモータ230はインナロータ232とアウトロータ234の双方が回転可能であるため、これらの一方から入力された動力を他方に伝達することができる。クラッチモータ230を電動機として力行運転すれば他方の軸に伝達される回転数を増すことができる。発電機として回生運転すれば動力の一部を電力の形で取り出しつつ回転数を低減して動力を伝達することができる。また、力行運転も回生運転も行わなければ、動力が伝達されない状態となる。この状態は機械的なクラッチを解放にした状態に相当する。作用・反作用の原理から明らかな通り、クラッチモータ230に入力されるトルクと出力されるトルクとは常に等しい。

【0123】かかる構成のハイブリッド車両におけるトルク変換について説明する。まず、「インナロータ232の回転数>駆動軸112の目標回転数Nd」の場合を考える。この場合は、クラッチモータ230を回生運転して、アウトロータ234の回転数が目標回転数Ndになるよう、回転数を低減して動力を伝達する。クラッチモータ230で伝達されたトルクは駆動軸112の目標トルクTdよりも低いから、アシストモータ140を力行してトルクを付加する。アシストモータ140の力行には、クラッチモータで回生された電力が用いられる。

「インナロータ232の回転数<駆動軸112の目標

32

この場合は、クラッチモータ230を力行運転して、アウトロータ234の回転数が目標回転数Ndになるよう、回転数を増大して動力を伝達する。クラッチモータ230で伝達されたトルクは駆動軸112の目標トルクTdよりも高いから、アシストモータ140を回生運転して負荷をかける。アシストモータ140で得られた電力は、クラッチモータ230の力行に使用される。「インナロータ232の回転数<駆動軸112の目標回転数Nd」の場合には、下流側に位置するアシストモータ140から上流側に位置するクラッチモータ230に電力が供給されるため、動力の循環が生じる。

【0125】以上で説明した通り、第4の変形例のハイブリッド車両によれば、実施例のハイブリッド車両と同様、エンジン150から出力される動力を種々の回転数およびトルクからなる動力にトルク変換して駆動軸112に出力することができる。トルク変換の過程において、電力への変換を介して伝達される動力が存在する点も実施例と同様である。また、所定の走行状態においては、動力の循環が生じる点も同様である。従って、クラッチモータ230の入力回転数と出力回転数の差が近づくように走行状態に応じて変速比を制御すれば、実施例と同様の作用によりハイブリッド車両の運転効率を向上することができる。

【0126】第4の変形例においても、ブラネタリギヤ120を用いた動力調整装置において説明した変形例と同様、種々の結合状態を採用することができる。また、動力調整装置は、実施例および第4の変形例の構成に限らず、電力のやりとりを介して回転数を変更しつつ動力を伝達可能な種々の構成を適用できる。

【0127】以上で示した実施例等では、ブラネタリギヤ200を用いた変速機構を適用した場合を例示した。かかる変速機構は、比較的簡易かつ小型の機構である利点がある。但し、本発明はかかる変速機構にのみ限定されるものではなく、種々の変速機構を適用することができる。

【0128】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、更に種々なる形態で実施し得ることは勿論である。例えば、本実施例のハイブリッド車両では、エンジンとしてガソリンエンジン150を用いたが、ディーゼルエンジンその他の動力源となる装置を用いることができる。また、本実施例では、モータとして全て三相同期モータを適用したが、誘導モータその他の交流モータおよび直流モータを用いるものとしてもよい。また、本発明

10

20

30

40

(18)

特開2000-346187

33

34

り換えと手動での切り換えとを選択可能な態様で構成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図2】変速機構の動作について示す説明図である。

【図3】クラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。

【図4】クラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。

【図5】ブラネタリギヤ120の回転状態を示す説明図である。

【図6】本実施例のハイブリッド車両における差速制限について示す説明図である。

【図7】「車軸116の回転数 N_d <エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図8】「車軸116の回転数 N_d >エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図9】本実施例のハイブリッド車両における各種走行モードの使い分けの様子を示す説明図である。

【図10】通常走行時のトルク制御ルーチンのフローチャートである。

【図11】エンジンの運転ポイントと運転効率との関係について示す説明図である。

【図12】変速比切り換え制御ルーチンのフローチャートである。

【図13】直結状態から増速結合状態への切り替えの判断を示す説明図である。

【図14】増速結合状態から直結状態への切り替えの判断を示す説明図である。

【図15】オーバードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。

【図16】アンダードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。

【図17】変速比の設定方法について示す説明図である。

【図18】第1の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図19】第2の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図20】第3の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図23】電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図24】電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図25】電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図26】電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図27】オーバードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【符号の説明】

112…駆動軸
114…ディファレンシャルギヤ
116R, 116L…駆動輪
116…車軸
117…回転数センサ
118…スリップリング
120…ブラネタリギヤ
121…サンギヤ
122…ブラネタリビニオンギヤ
123…ブラネタリキャリア
124…リングギヤ
125…リングギヤ輪
130…モータ
132…ロータ
133…ステータ
140…アシストモータ
142…ロータ
143…ステータ
150…エンジン
152…回転数センサ
156…クランクシャフト
165…アクセルペダルポジションセンサ
190…制御ユニット
191, 192…駆動回路
194…バッテリー
200…ブラネタリギヤ
201…サンギヤ
202…ブラネタリビニオンギヤ
203…ブラネタリキャリア
204…リングギヤ

(19)

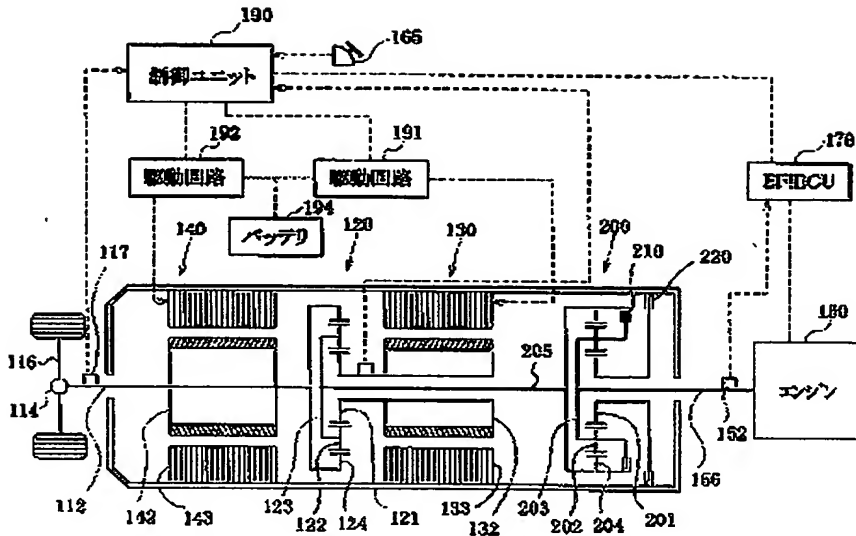
特開2000-346187

35

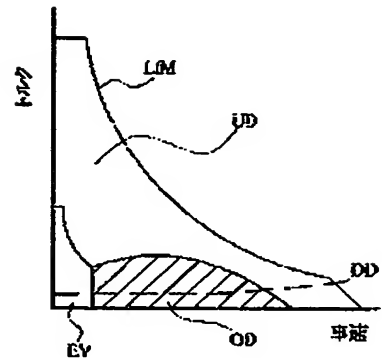
36

234...アウトロータ

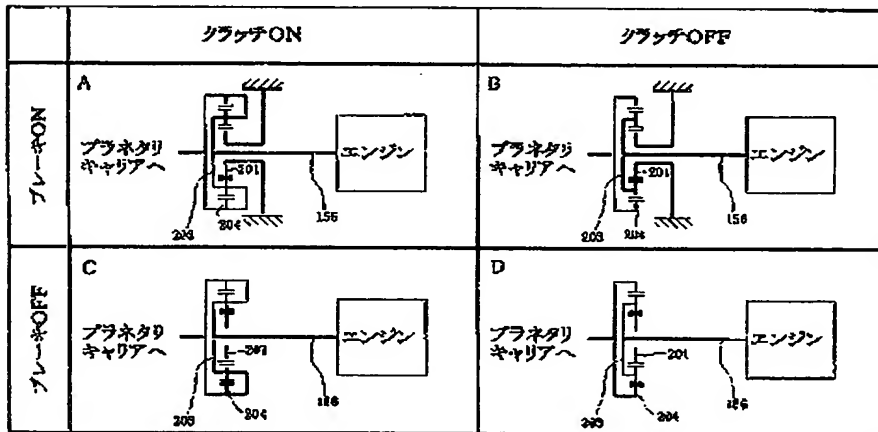
【図1】



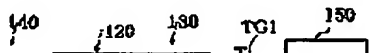
【図9】



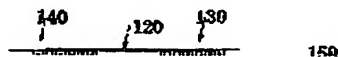
【図2】



【図3】



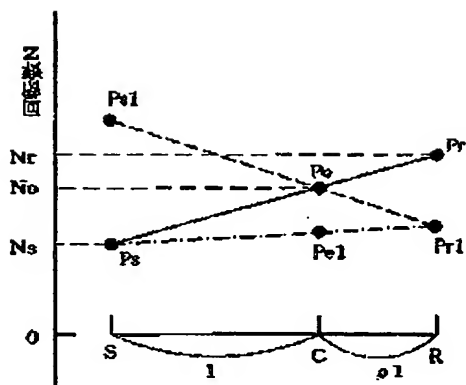
【図4】



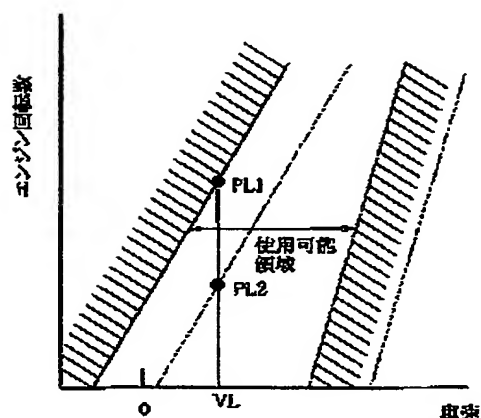
(20)

特開2000-346187

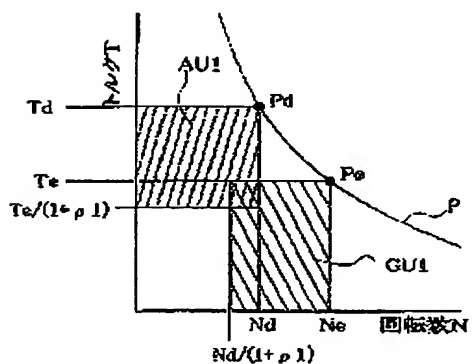
【図5】



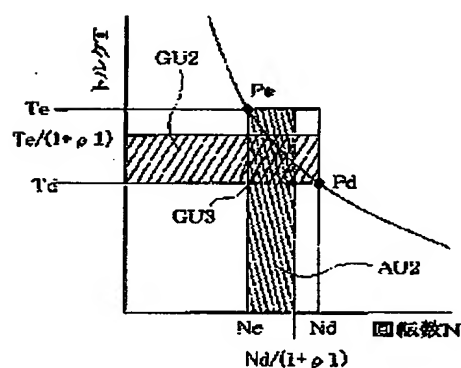
【図6】



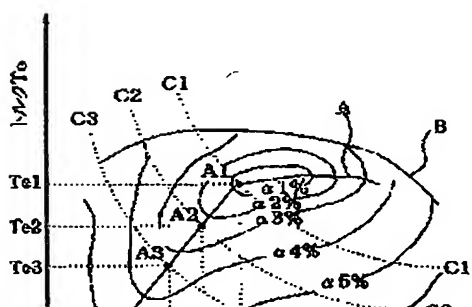
【図7】



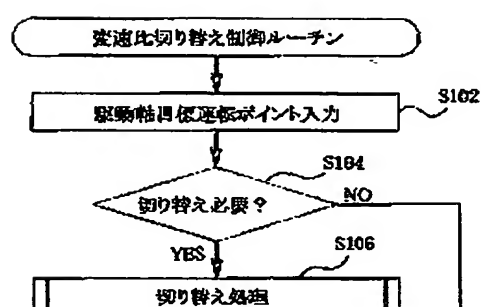
【図8】



【図11】



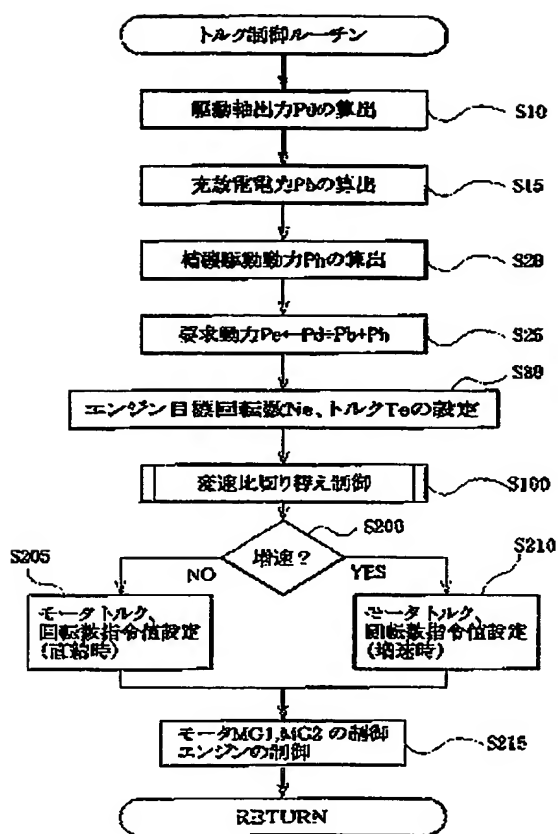
【図12】



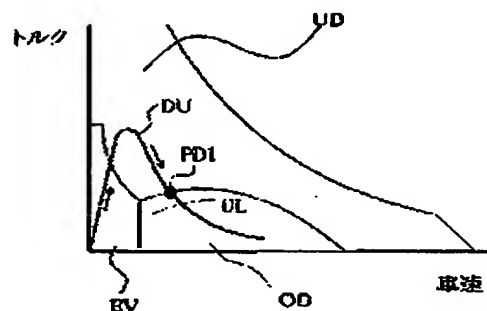
(21)

特開2000-346187

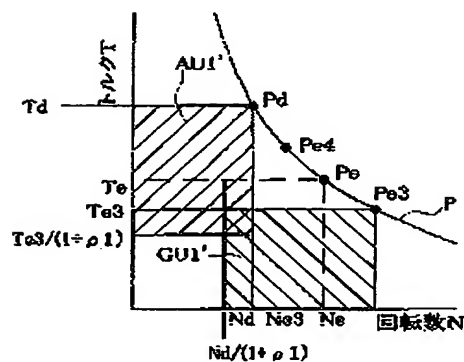
【図10】



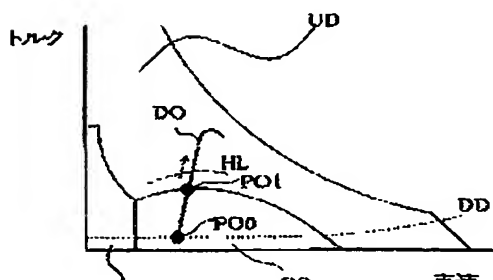
【図13】



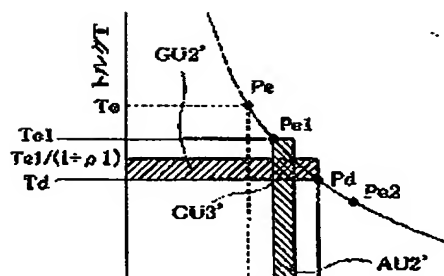
【図16】



【図14】



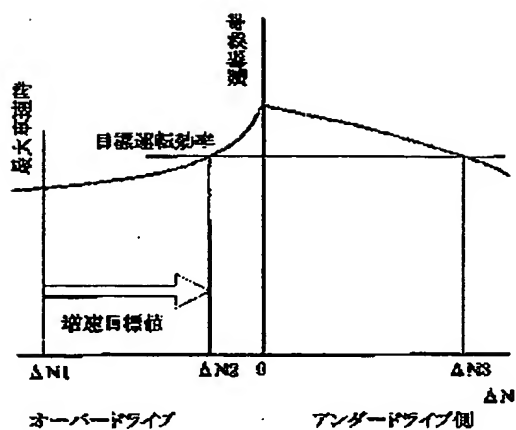
【図15】



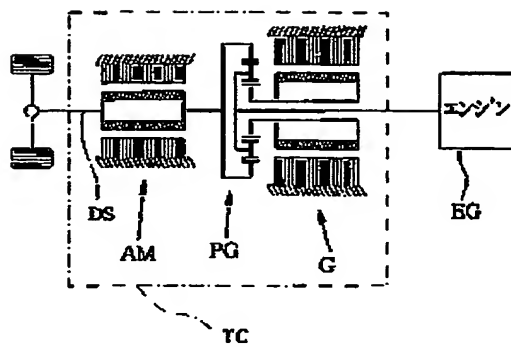
(22)

特開2000-346187

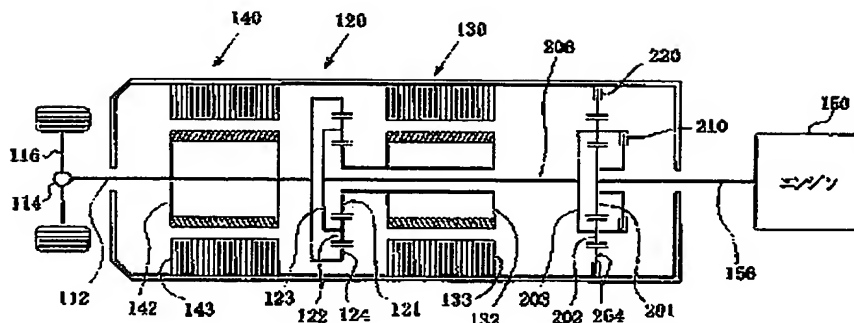
【図17】



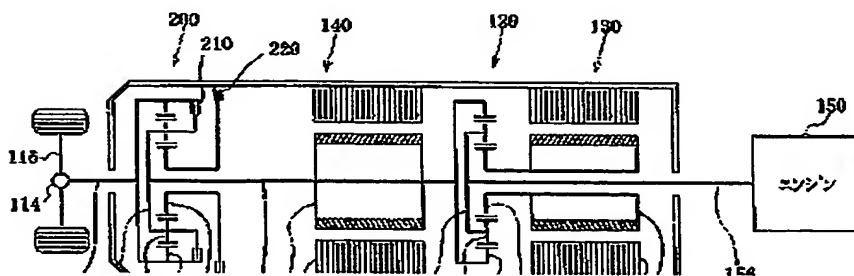
【図22】



【図18】



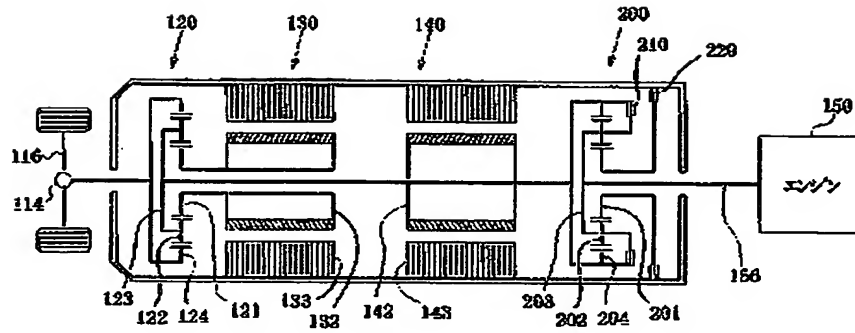
【図19】



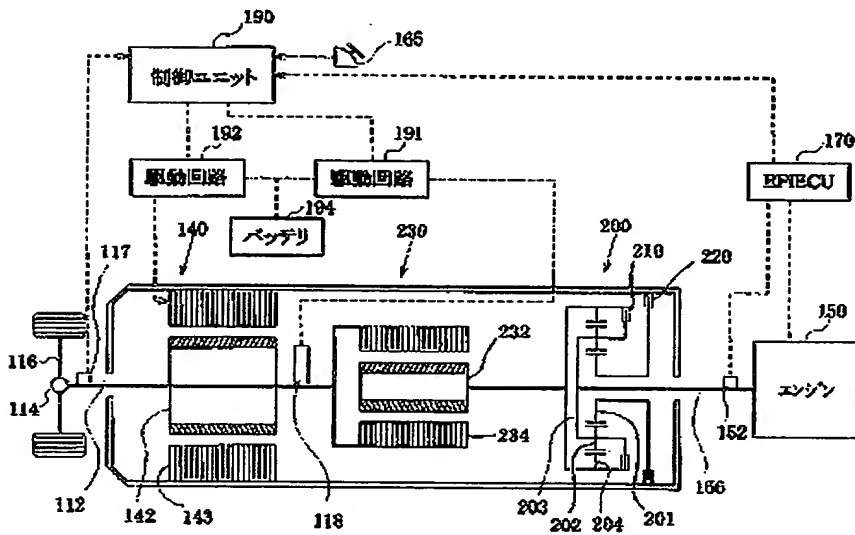
(23)

特開2000-346187

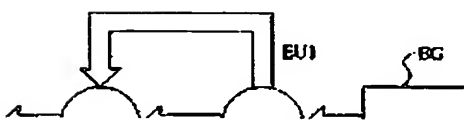
【図20】



【図21】



【図23】



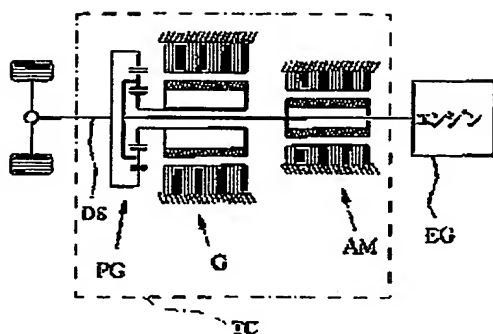
【図24】



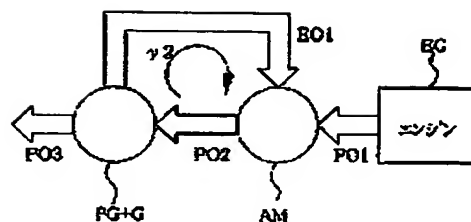
(24)

特開2000-346187

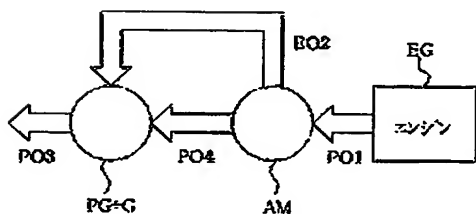
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F i

ターム (参考)

B 6 0 L 15/20

H 0 2 P 15/00

D

H 0 2 K 7/10

B 6 0 K 9/00

Z

H 0 2 P 15/00

F ターム (参考) 3D039 AA04 AB26 AC39

3J052 AA11 AA14 GC43 GC44 HA02

LA01

5H115 PA01 PG04 PI16 PI24 PI29

PI30 PU10 PU22 PU24 PU25

PV09 PV23 QA01 QN03 RB08

RB22 RE05 SE04 SE05 SE08

SJ12 TB01 TO21

5H607 BB01 BB02 BB07 BB14 CC03

CC05 CC07 EE02 EE06 EE22

EE33 EE34 FF22 FF24 HH03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.